

Cours
CHI-5061-2
Propriétés des gaz
et énergie chimique

Programme d'études



PRÉSENTATION DU COURS

Le but du cours intitulé *Propriétés des gaz et énergie chimique* est de rendre l'adulte apte à traiter efficacement des situations des familles *Recherche* et *Expertise* qui concernent le comportement des gaz ou l'aspect énergétique des transformations chimiques.

L'adulte inscrit à ce cours étudie des phénomènes ou des applications technologiques en lien avec les propriétés des gaz ou l'énergie chimique et cherche des réponses ou des solutions à des problèmes qui s'y rapportent. Il acquiert donc des connaissances sur les propriétés chimiques et physiques des gaz ainsi que sur l'énergie impliquée lors des transformations chimiques. Ces connaissances l'amènent à expliquer les facteurs associés à la manifestation de certains phénomènes, par exemple les éruptions volcaniques, la couche d'ozone ou la photosynthèse et lui permettent de comprendre le fonctionnement d'une application technologique comme un manomètre, un moteur à combustion interne ou une pompe à chaleur. De plus, comme l'expérimentation et la modélisation occupent une place centrale dans le développement des compétences et la construction de connaissances en lien avec les concepts de ce cours, l'adulte effectue plusieurs activités de laboratoire, ce qui l'amène à consolider les apprentissages faits en 3^e et 4^e secondaire relativement aux techniques et aux méthodes.

Au terme de ce cours, dans des situations de *Recherche* et d'*Expertise*, l'adulte sera en mesure :

- de mettre en œuvre une démarche d'investigation intégrant une expérimentation qui lui permet de résoudre un problème traitant des gaz ou de l'aspect énergétique des transformations chimiques;
- d'analyser un phénomène ou une application technologique liés aux comportements des gaz ou à l'énergie impliquée dans les transformations chimiques;
- de prédire, de façon qualitative et quantitative, le comportement des substances gazeuses et la spontanéité d'une réaction chimique;
- de préparer, en étant guidé par des consignes, un protocole expérimental pour répondre à une question liée aux propriétés chimiques et physiques des gaz ou traitant de l'aspect énergétique d'une transformation chimique;
- de rédiger, à l'aide d'un canevas, un rapport de laboratoire en lien avec les propriétés chimiques et physiques des gaz ou sur l'aspect énergétique d'une transformation chimique.

COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Le tableau qui suit énumère, pour chacune des compétences, les composantes présentes dans ce cours. Les manifestations des composantes sont présentées à l'annexe 4.

Compétence 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes relevant de la chimie	Compétence 2 Mettre à profit ses connaissances en chimie	Compétence 3 Communiquer sur des questions de chimie à l'aide des langages utilisés en science et en technologie
Cerner un problème Élaborer un plan d'action Concrétiser le plan d'action Analyser les résultats	Dégager les principes de chimie liés à un phénomène ou une application Analyser des principes de chimie liés à un phénomène ou une application Expliquer un phénomène ou une application sous l'angle de la chimie	Interpréter des messages à caractère scientifique ou technologique Produire des messages à caractère scientifique ou technologique

DÉMARCHES

L'adulte est apte à résoudre un problème impliquant des principes de chimie ainsi qu'à étudier une application ou un phénomène relevant du comportement des gaz ou de l'aspect énergétique des transformations chimiques, grâce aux démarches d'investigation. Voici un rappel des étapes de telles démarches :

- définir le problème;
- formuler une hypothèse;
- vérifier l'hypothèse;
- tirer des conclusions et communiquer.

Les démarches d'investigation les plus appropriées à ce cours sont : la démarche expérimentale, la démarche de modélisation et la démarche d'observation. C'est à l'étape de la vérification de l'hypothèse qu'elles se distinguent. La section 3.5 et les annexes 1 à 3 présentent des démarches d'investigation, assorties de leurs caractéristiques respectives.

Dans ce cours, l'expérimentation en laboratoire requiert que l'adulte exécute des tâches particulières, dans le respect des limites et des précisions suivantes.

Expérimentation	
Étapes	Tâches
1. Planifier une expérience	En étant guidé, l'adulte : <ul style="list-style-type: none"> - rédige un protocole expérimental en chimie; - choisit le matériel nécessaire pour faire une expérience; - détermine les règles de sécurité applicables, les paramètres constants et les paramètres à investiguer (variable indépendante, variable dépendante).
2. Réaliser l'expérience	L'adulte : <ul style="list-style-type: none"> - suit le protocole expérimental; - recueille des données en tenant compte de l'incertitude expérimentale; - applique les règles de sécurité appropriées.
3. Interpréter les résultats	Dans la rédaction de son rapport, à l'aide d'un canevas, l'adulte : <ul style="list-style-type: none"> - tient compte des chiffres significatifs dans le traitement des données; - analyse les résultats; - repère les sources d'erreurs; - discute des résultats; - rédige la conclusion en établissant des liens avec le problème posé.

COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les compétences transversales complètent les compétences disciplinaires, le développement des unes contribuant au développement des autres. Le cours CHI-5061-2 permet de mettre en œuvre l'ensemble des compétences transversales. Certaines d'entre elles, inscrites sur une trame grise dans le tableau ci-dessous, sont particulièrement visées dans l'exemple de situation d'apprentissage qui sera présenté ultérieurement dans ce cours.

Compétences transversales			
Ordre intellectuel	Ordre de la communication	Ordre personnel et social	Ordre méthodologique
Exploiter l'information	Communiquer de façon appropriée	Actualiser son potentiel	Se donner des méthodes de travail efficaces
Résoudre des problèmes		Coopérer	Exploiter les technologies de l'information et de la communication
Exercer son jugement critique			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

CONTENU DISCIPLINAIRE

A) SAVOIRS

Les concepts et les techniques prescrits sont présentés dans les tableaux des deux sections suivantes.

1. Concepts

Les connaissances inscrites en italiques ont été construites dans les programmes d'études de science et technologie et doivent être de nouveau mobilisées dans ce cours.

Univers matériel	
<p>Concept général : Propriétés chimiques des gaz</p> <p>L'utilisation répandue des gaz dans de nombreux secteurs de l'activité humaine justifie l'étude de la réactivité de certaines substances gazeuses. Cette étude nous renseigne, entre autres, sur leur utilisation possible et sur la manière de les manipuler en toute sécurité.</p>	
CONCEPTS PRESCRITS	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Réactivité	<ul style="list-style-type: none"> • Associer l'utilisation de certains gaz, dans diverses applications, à leur réactivité chimique (ex. : l'argon dans les ampoules, l'azote dans les sacs de croustilles, l'acétylène dans les torches à souder).
<p>Concept général : Propriétés physiques des gaz</p> <p>Les similitudes observées dans le comportement des gaz (compressibilité, expansion, diffusion, forme et volume indéfinis, etc.) ont conduit à l'élaboration de la théorie cinétique moléculaire. Au début du deuxième cycle, l'étude des gaz portait sur la relation entre la pression et le volume. Elle se poursuit dans le présent programme avec la loi générale des gaz et la loi des gaz parfaits. L'utilisation de la loi de Dalton, aussi appelée « loi des pressions partielles », s'avère pertinente dans l'étude des mélanges gazeux. L'emploi de ces lois suppose une maîtrise des opérations mathématiques relatives à la conversion d'unités de mesure et le traitement d'expressions algébriques à plusieurs variables.</p> <p>L'hypothèse d'Avogadro permet de comprendre les combinaisons volumétriques durant les réactions chimiques en phase gazeuse. Corollaire de cette hypothèse, le volume molaire simplifie les calculs relatifs aux quantités de gaz consommées ou produites. Les volumes molaires retenus sont ceux établis aux conditions de température et de pression normales (0 °C et 101,3 kPa) et aux conditions de température ambiante et de pression normale (25 °C et 101,3 kPa).</p>	
CONCEPTS PRESCRITS	CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT
Fluides compressible et incompressible Pression Nombre d'Avogadro Notion de mole	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Distinguer un fluide compressible d'un fluide incompressible.</i> • <i>Définir la pression comme étant la force exercée par les particules lorsqu'elles entrent en collision avec une surface contraignante.</i> • <i>Décrire qualitativement les principaux facteurs qui influencent la pression exercée par un fluide.</i> • <i>Exprimer une quantité de particules à l'aide du nombre d'Avogadro.</i> • <i>Définir la mole comme étant l'unité de mesure de la quantité de matière.</i> • <i>Exprimer en mole une quantité de matière.</i>

Propriétés physiques des gaz (Suite)	
CONCEPTS PRESCRITS	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Théorie cinétique des gaz	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer le comportement macroscopique d'un gaz (ex. : compressibilité, expansion, diffusion) à l'aide de la théorie cinétique.
Loi générale des gaz	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer la relation entre la pression d'un gaz et son volume à température et quantité de matière constantes. • Déterminer la relation entre la pression d'un gaz et sa température à volume et quantité de matière constants. • Déterminer la relation entre le volume d'un gaz et sa température à pression et quantité de matière constantes. • Déterminer la relation entre la pression d'un gaz et sa quantité de matière à volume et température constants. • Déterminer la relation entre le volume d'un gaz et sa quantité de matière à température et pression constantes. • Appliquer la relation mathématique entre la pression, le volume, la quantité de matière (mole) et la température d'un gaz ($P_1V_1/n_1T_1 = P_2V_2/n_2T_2$).
Loi des gaz parfaits	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer qualitativement la relation entre des facteurs liés au comportement des gaz (pression, volume, quantité de matière, température) dans une situation donnée (ex. : un ballon de baudruche soumis au froid fonctionnement d'une pompe à vélo). • Appliquer la relation mathématique entre la pression, le volume, la quantité de matière, la constante des gaz parfaits et la température d'un gaz ($pV = nRT$).
Loi de Dalton	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer de façon qualitative la loi des pressions partielles. • Appliquer la relation mathématique entre la pression totale d'un mélange gazeux et les pressions partielles des gaz qui le composent ($P_{total} = Pp_A + Pp_B + Pp_C + \dots$).
Hypothèse d'Avogadro	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser l'hypothèse d'Avogadro pour prédire la quantité de matière présente dans des volumes de gaz soumis aux mêmes conditions de température et de pression.
Volume molaire gazeux	<ul style="list-style-type: none"> • Calculer le volume molaire gazeux aux conditions de température et de pression normales. • Calculer le volume molaire gazeux aux conditions de température ambiante et de pression normale. • Déterminer le volume molaire d'un gaz à une température et à une pression données.

Concept général : Aspect énergétique des transformations	
<p>Le bilan énergétique d'une transformation peut être présenté sous forme de diagramme d'énergie. La construction et l'interprétation d'un tel diagramme mettent en évidence la variation de l'enthalpie (énergie cinétique et potentielle emmagasinée) des substances à l'étude et certains aspects de la cinétique chimique comme l'énergie d'activation. L'additivité des chaleurs de réaction (loi de Hess) ou des enthalpies de liaison figure parmi les méthodes d'évaluation de la chaleur molaire des réactions. La calorimétrie permet, quant à elle, la détermination expérimentale des quantités de chaleur associées à certaines transformations.</p>	
CONCEPTS PRESCRITS	CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT
Formes d'énergie Distinction entre la chaleur et la température Décomposition et synthèse Oxydation Précipitation Combustion Réaction de neutralisation acidobasique	<ul style="list-style-type: none"> • Définir le joule comme étant l'unité de mesure de l'énergie. • Décrire la chaleur comme étant une manifestation de l'énergie. • Décrire le lien entre la chaleur et la température. • Représenter une réaction de décomposition ou de synthèse à l'aide du modèle particulaire. • Associer des réactions chimiques connues à des réactions de décomposition ou de synthèse (ex. : respiration, photosynthèse, combustion, digestion). • Représenter une réaction d'oxydation à l'aide du modèle particulaire. • Associer des réactions chimiques connues à des réactions d'oxydation (ex. : combustion, formation de la rouille). • Associer une équation dont le dioxygène est l'un des réactifs à l'un des cas possibles d'oxydation. • Décrire la manifestation visible d'une précipitation (formation d'un dépôt solide lors du mélange de deux solutions aqueuses). • Représenter une réaction de précipitation à l'aide du modèle particulaire. • Décrire les manifestations perceptibles d'une combustion vive (ex. : dégagement de chaleur, production de lumière). • Expliquer une réaction de combustion à l'aide du triangle de feu. • Donner des exemples de réaction de neutralisation acidobasique (ex. : l'ajout de chaux pour neutraliser l'acidité d'un lac). • Nommer les produits formés lors d'une neutralisation acidobasique (sel et eau). • Reconnaître une neutralisation acidobasique à l'aide de son équation.
CONCEPTS PRESCRITS	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Réactions endothermique et exothermique Diagramme énergétique Énergie d'activation	<ul style="list-style-type: none"> • Distinguer une réaction endothermique d'une réaction exothermique à l'aide de manifestations perceptibles (ex. : variation de température, dégagement de lumière). • Distinguer une réaction endothermique d'une réaction exothermique à l'aide de la position du terme énergétique dans l'équation chimique. • Interpréter le diagramme énergétique d'une transformation chimique. • Représenter le bilan énergétique d'une transformation chimique sous forme de diagramme énergétique. • Déterminer l'énergie d'activation d'une transformation à l'aide de son diagramme énergétique.

Aspect énergétique des transformations (Suite)	
CONCEPTS PRESCRITS	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Variation d'enthalpie	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer de façon qualitative la variation de l'enthalpie des substances au cours d'une réaction chimique. • Déterminer la variation d'enthalpie d'une transformation chimique à l'aide de son diagramme énergétique.
Chaleur molaire de réaction	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer la chaleur molaire d'une réaction à l'aide d'un calorimètre. • Déterminer la chaleur molaire d'une réaction à l'aide de la loi de Hess ou des enthalpies de liaison.
Relation entre l'énergie thermique, la capacité thermique massique, la masse et la variation de température	<ul style="list-style-type: none"> • Décrire qualitativement la relation entre la variation de l'énergie thermique (quantité de chaleur) d'une substance, sa masse, sa capacité thermique massique et la variation de température qu'elle subit. • Appliquer la relation mathématique qui unit l'énergie thermique, la capacité thermique massique, la masse et la variation de température ($\Delta E = Q = mc\Delta T$).

2. Techniques

Les techniques présentées ici sont réparties en deux catégories. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments ou la manipulation de produits chimiques. La sécurité et l'utilisation de l'équipement de sécurité doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

Au laboratoire	
TECHNIQUES	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<p>Manipulation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire – Collecte d'échantillons – Préparation de solutions 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser le matériel de laboratoire de façon sécuritaire (ex. : laisser refroidir une plaque chauffante, utiliser une pince à bécher). • Manipuler les produits chimiques de façon sécuritaire (ex. : prélever les produits à l'aide d'une spatule, procéder à l'aspiration avec une poire à pipette). • Prélever des échantillons de façon adéquate (ex. : stériliser le contenant, utiliser une spatule, réfrigérer l'échantillon). • Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'un soluté solide. • Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'une solution aqueuse concentrée.

TECHNIQUES (Suite)	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<p>Mesure</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure – Interprétation des résultats de la mesure (chiffres significatifs, erreurs liées aux mesures) 	<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer plusieurs fois la même mesure pour vérifier la fidélité de l'instrument utilisé. • Effectuer les opérations requises afin de s'assurer de la justesse d'un instrument de mesure (ex. : nettoyer et calibrer une balance, sécher un cylindre gradué, calibrer un manomètre). • Tenir compte de la sensibilité d'un instrument de mesure (ex. : utiliser un cylindre gradué de 25 ml plutôt qu'un cylindre gradué de 100 ml pour mesurer un volume de 18 ml d'eau). • Déterminer l'incertitude attribuable à un instrument de mesure (ex. : l'incertitude de la mesure effectuée à l'aide d'un cylindre gradué est fournie par le fabricant ou correspond à la moitié de la plus petite graduation). • Repérer les erreurs de mesure associées à l'utilisateur et à l'environnement. • Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs qui tient compte des erreurs de mesure (ex. : une mesure située entre 10,3 et 10,4 cm, effectuée avec une règle graduée en millimètres, devrait s'écrire 10,35 cm ou 103,5 mm). • Exprimer la valeur d'une mesure avec son incertitude absolue ou relative (ex. : $24,1 \pm 0,1$ ml, ou $24,1 \text{ ml} \pm 0,4 \%$).

B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissages plus signifiantes. Le tableau qui suit présente un certain nombre de ces repères, en lien avec le cours. Les situations d'apprentissage peuvent faire appel à d'autres repères culturels.

Repères culturels	
<p>Objets techniques, systèmes technologiques, procédés et produits.</p>	<p>Propriétés des gaz</p> <ul style="list-style-type: none"> – Appareils de mesure et de réglage associés au gaz (manomètre, sphymomanomètre, baromètre). – Couche d'ozone. – Éruptions volcaniques. – Filtre et masque à gaz. – Manutention, utilisation et stockage de gaz. – Montgolfière, dirigeable et ballon-sonde. – Moteur à combustion interne. – Réfrigération. – Plongée sous-marine. – Pompe à air. – Utilisation agroalimentaire des gaz (conservation, mûrissement, gazéification). – Utilisation médicale des gaz (anesthésie, réanimation).

Repères culturels (Suite)				
	<p>Énergie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pochettes réfrigérantes ou chauffantes. – Rendement énergétique des carburants. – Choix alimentaires. – Régulation de la chaleur dans la géosphère. – Panneau solaire. – Combustible fossile. – Biocarburant. 			
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Matériel	Amadeo Avogadro Edme Mariotte Robert Boyle Jacques Charles John Dalton Louis Joseph Gay-Lussac William Thomson Benjamin Franklin Nicolas Léonard Sadi Carnot James Prescott Joule Jean Rey John Mayow Karl William Scheele Joseph Priestley Germain Henri Hess Svante August Arrhenius	Association francophone pour le savoir (ACFAS) Conseil du développement du loisir scientifique (CDLS) Conseil national de recherche Canada (CNRC) Institut de chimie du Canada (ICC) Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA)		Expositions scientifiques Prix Nobel de chimie Lancement de la navette spatiale

FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Les situations d'apprentissage de ce cours, issues des familles *Recherche* et *Expertise*, sont liées aux propriétés des gaz ou à l'énergie impliquée dans une réaction chimique. Ces situations portent sur un problème lié à différents concepts. Les paragraphes suivants donnent des exemples de tâches qui peuvent être confiées aux adultes dans des situations d'apprentissage faisant appel à différents concepts.

Une situation qui porte sur l'hypothèse d'Avogadro et le volume molaire des gaz à température ambiante peut servir à prédire la valeur de ce volume dans les conditions du laboratoire et à la vérifier expérimentalement. L'adulte peut ainsi imaginer une expérience, rédiger un protocole et le mettre en application.

Par ailleurs, une situation qui porte sur l'énergie d'activation et la chaleur molaire d'une réaction peut servir à prédire, à l'aide de la loi de Hess, la valeur de la chaleur molaire de dissolution d'un acide. L'adulte propose alors une série de manipulations à réaliser au laboratoire, il prépare le protocole et procède à l'expérimentation.

Une situation impliquant la théorie cinétique des gaz et l'énergie impliquée lors d'une transformation chimique peut amener l'adulte à produire un modèle pour expliquer le phénomène de décomposition de l'eau par électrolyse. Par ailleurs, l'adulte peut mesurer expérimentalement la masse de gaz libérée au cours d'une réaction chimique et ainsi procéder à son identification. De plus. Il peut mesurer l'énergie nécessaire à cette réaction afin de dresser le bilan énergétique de cette décomposition.

Dans l'exemple de situation d'apprentissage de la page suivante, les principales tâches soutiennent le développement des deuxième et troisième compétences. Cette situation appartient donc à la famille *Expertise*.

DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus signifiantes pour l'adulte lorsqu'elles sont liées par leur contexte aux domaines généraux de formation. Les domaines *Santé et bien-être*, *Orientation et entrepreneuriat*, *Environnement et consommation* et *Médias* sont les plus susceptibles d'être exploités pour créer des situations d'apprentissage pour le cours CHI-5061-2. L'exemple cité dans ce cours rejoint l'intention éducative des domaines généraux de formation, *Santé et bien-être* ainsi qu'*Environnement et consommation*.

Domaines généraux de formation
Santé et bien-être
Orientation et entrepreneuriat
Environnement et consommation
Médias
Vivre-ensemble et citoyenneté

EXEMPLE DE SITUATION D'APPRENTISSAGE

POUR ÊTRE AU CHAUD

Un ami chauffe actuellement sa maison à l'électricité et souhaite changer de type d'énergie et se tournerait plutôt vers un système central de chauffage par combustion. Il hésite cependant quant au combustible le plus approprié pour ses besoins : le bois, le gaz naturel, le mazout ou encore le propane. Il cherche avant tout un système qui offre un bon rendement énergétique, qui sera abordable, peu polluant et sécuritaire. Pour conseiller votre ami à ce sujet, vous devrez déterminer le rendement énergétique de chacun des combustibles mentionnés. Considérant les équations chimiques des réactions de combustion, et à partir d'une liste de réactions intermédiaires et de leur bilan énergétique, le recours à la loi de Hess permettra de calculer le bilan énergétique total pour chaque type de combustible. Les produits de la réaction, en particulier les gaz émis, vous permettront aussi de déterminer le type et l'ampleur de la pollution occasionnée ainsi que son impact sur l'environnement. Finalement, une recherche sur le prix de chacune de ces ressources vous permettra d'estimer le coût associé à l'utilisation de ces systèmes de chauffage. Compte tenu de ces informations, vous serez en mesure de suggérer à votre ami le système le plus approprié à ses besoins.

Pour déterminer le niveau de pollution engendrée, vous devez déterminer les produits de la combustion, rechercher leurs effets sur l'environnement et les classer.

Une recherche commentée sur les normes d'installation et d'utilisation est nécessaire pour assurer la sécurité du système.

Le dossier devra inclure :

- l'équation chimique balancée de chaque réaction de combustion;
- les réactions intermédiaires de chaque réaction de combustion et le bilan énergétique total;
- le coût approximatif de chaque combustible et les sources documentaires consultées à ce sujet;
- une liste des produits de combustion de chaque système et leurs effets sur l'environnement;
- une recommandation relative au système de chauffage, incluant les justifications scientifiques appropriées.

ATTENTES DE FIN DE COURS

Le traitement de situations d'apprentissage suppose que l'adulte s'approprié une démarche d'investigation faisant appel à l'expérimentation, à la modélisation ou à l'observation. Les situations proposées impliquent la mise en œuvre des habiletés de résolution de problème, l'utilisation des connaissances acquises et la production de messages.

L'adulte qui résout un problème lié aux comportements des gaz ou à l'énergie liée aux transformations chimiques s'en donne une représentation à la suite de la lecture et de l'interprétation de messages à caractère scientifique ou technologique. Il élabore un plan d'action adapté à l'une de ses hypothèses, exploitant ainsi ses connaissances sur les propriétés chimiques et physiques des gaz et sur l'énergie liée aux transformations chimiques. Pour arriver à ces résultats, l'adulte est orienté dans la préparation d'un protocole expérimental et la détermination des paramètres constants, de la variable indépendante et de la variable dépendante ainsi que dans la rédaction des consignes liées aux manipulations. Il met en œuvre un plan d'action en réalisant des activités au laboratoire, recueille des données en tenant compte de l'incertitude expérimentale liée à l'écriture des données numériques et applique les règles de sécurité appropriées. À l'aide d'un canevas, il traite les données expérimentales, analyse les résultats et rédige la discussion et la conclusion de l'expérience. S'il y a lieu, son rapport fait mention des sources d'erreurs pouvant expliquer l'écart entre ses résultats et ceux que la théorie prédit.

L'adulte qui étudie un phénomène ou une application technologique liés aux comportements des gaz ou à l'aspect énergétique des transformations chimiques formule des questions relatives aux aspects contextuels et fait ressortir les principes de chimie qui s'y manifestent. À l'aide de concepts, de lois, de théories ou de modèles, il explique l'utilisation ou la manipulation particulière de certains gaz en relation avec leurs propriétés et les échanges énergétiques entre les molécules durant une transformation chimique. C'est ainsi qu'il détermine la quantité de gaz présent ou la quantité d'énergie associée à de telles réactions et qu'il illustre le comportement des gaz ou le processus réactionnel de réactions chimiques. Enfin, l'adulte démontre sa compréhension des principes de chimie en décrivant l'effet de la variation de certains paramètres initiaux et en transposant son explication à d'autres phénomènes ou applications régis par les mêmes principes.

CRITÈRES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES VISÉES PAR LE COURS

Critères d'évaluation de la compétence 1	Critères d'évaluation de la compétence 2	Critères d'évaluation de la compétence 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Représentation adéquate de la situation ▪ Élaboration d'un plan d'action pertinent ▪ Mise en œuvre adéquate du plan d'action ▪ Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formulation d'un questionnement approprié ▪ Utilisation pertinente des connaissances en chimie ▪ Production adéquate d'explications 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interprétation juste de messages à caractère scientifique ou technologique ▪ Production ou transmission adéquate de messages à caractère scientifique ou technologique